

Tema 8. Dinámica anual de la vegetación. Perturbaciones. Fuego.

8.1. El ciclo anual de la vegetación mediterránea

-La actividad de la vegetación está condicionada por la variación de los recursos a lo largo del año: agua, luz y nutrientes. Los factores desencadenantes de la actividad son la **temperatura** (predecible) y la **disponibilidad de agua** (impredicible por la irregularidad de la precipitación).

-En general, el **rebrote y crecimiento** de las plantas mediterráneas ocurre en **primavera**. Hay dos estrategias:

-**Plantas esclerófilas y perennifolias**: aunque tienen raíces largas y podrían obtener agua tras las lluvias del otoño, aplazan el brote a la primavera siguiente para evitar las heladas.

-**Plantas caducifolias estivales**: rebrotan al final del otoño cuando hay agua superficial, y mantienen su crecimiento hasta la primavera, deteniéndolo cuando la humedad empieza a escasear.

Hay una cierta **plasticidad**: en años anormalmente lluviosos o benignos pueden darse brotes adicionales o fuera de estos periodos para aprovechar esas condiciones; el crecimiento en grosor de raíces y tallos puede tener lugar en otros periodos del año.

Las **plantas herbáceas y anuales** pueden presentar dos épocas de crecimiento activo (otoño y primavera).

La **floración** es mucho más irregular, no presentando pautas marcadas puesto que no requiere un gran suministro de recursos hídricos.

-Algunas especies florecen usando los recursos fabricados durante la misma estación, y otros reservas acumuladas en la estación anterior. La floración está más relacionada con la presencia de **polinizadores**.



-Otras responden a la **luz** y florecen cuando el día se acorta (en **otoño**). Ejemplos: Olivarda (*Dittrichia viscosa*), Madroño (*Arbutus unedo*), etc.

-En pleno **invierno** florecen las herbáceas arvenses (*Diplotaxis*, *Oxalis pes-caprae*, etc) y otras especies arbustivas (*Ulex*, *Viburnum*) y caméfitos como el Romero (*Rosmarinus*), Tomillos (*Thymus sp.*), etc

-En **primavera** florece la mayoría, bien con flores grandes y vistosas (*Cistus*, entomófila) o con flores pequeñas y discretas (*Quercus ilex*, anemófila)

-En **verano** la floración es escasa aunque lo hacen las crasas como *Agave*, *Opuntia*, etc



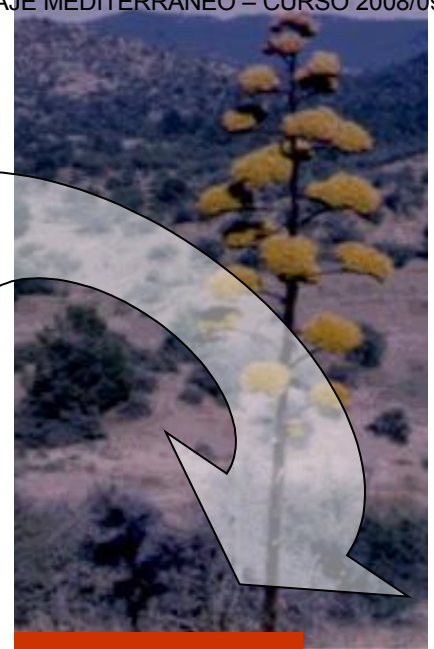
INVIERNO



PRIMAVERA



VERANO



OTOÑO



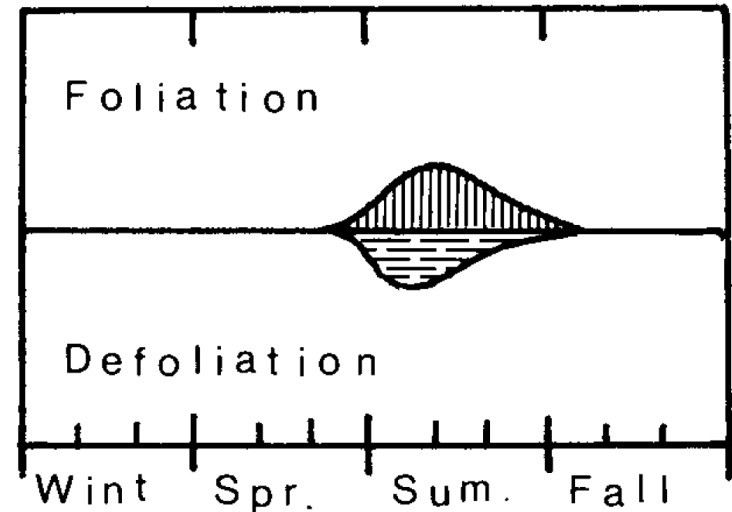
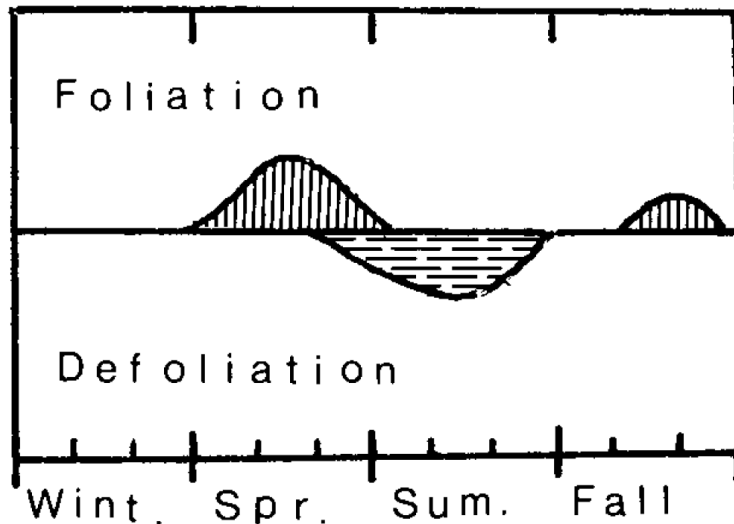
Esclerófilos perennifolios:

Índice de Área Foliar (LAI)

-Dentro de los esclerófilos perennifolios de California y Australia, la producción de nuevas hojas varía en función de la disponibilidad de nutrientes del suelo (SPECHT, 1982)

-**Suelos ricos en nutrientes:** el crecimiento de nuevos brotes se inicia en primavera, duplicando o triplicando el índice de área foliar de la comunidad. La defoliación se inicia cuando empieza el periodo de sequía a final de esta estación y se extiende durante el verano, retornando el índice al valor de base

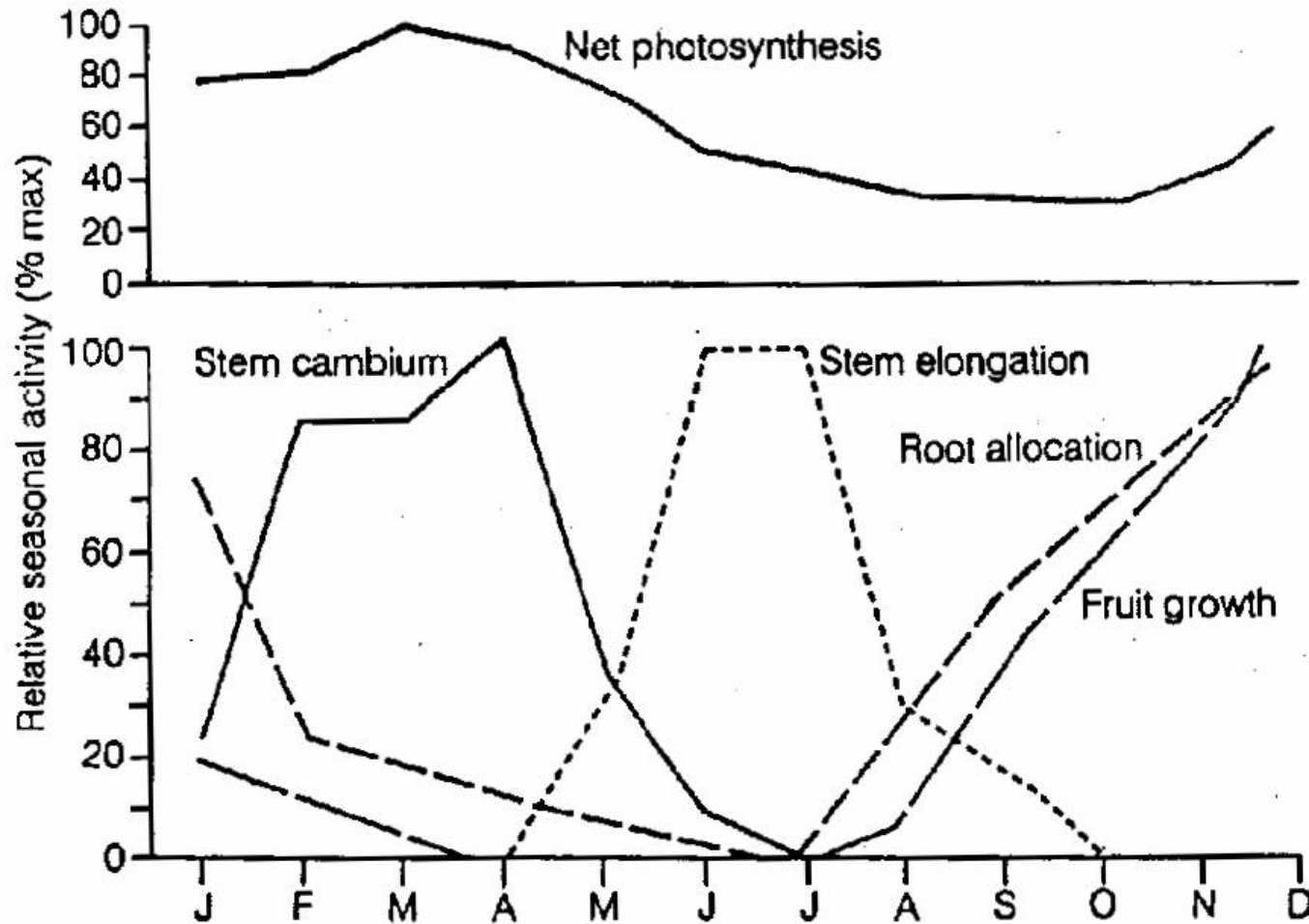
-**Suelos pobres en nutrientes:** la producción de nuevas hojas se retrasa y se hace coincidir con la defoliación para mantener un índice de área foliar relativamente constante durante el año.



Productividad y asignación de recursos:

-Matorral esclerófilo perennifolio (California) - Cambios en la distribución del carbono:

- Fotosíntesis neta todo el año (depresión por alta t^a , estrés hídrico, fotoinhibición)
- Estacionalidad poco marcada



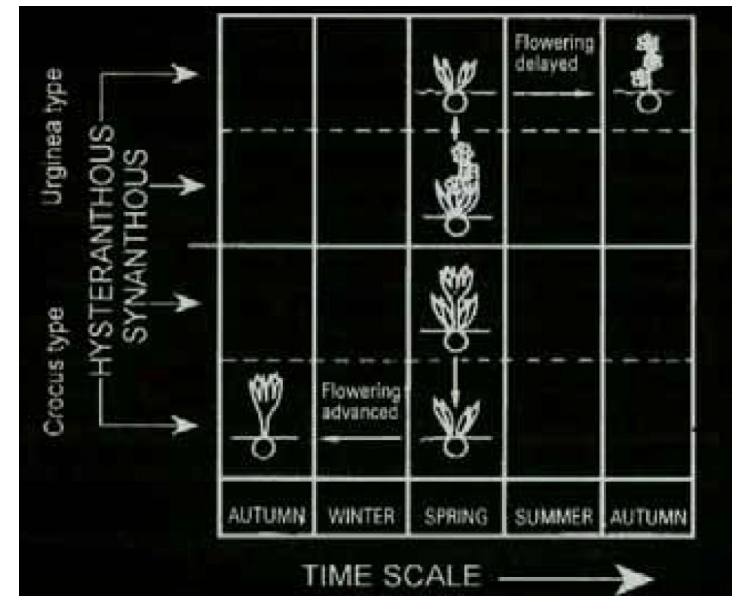
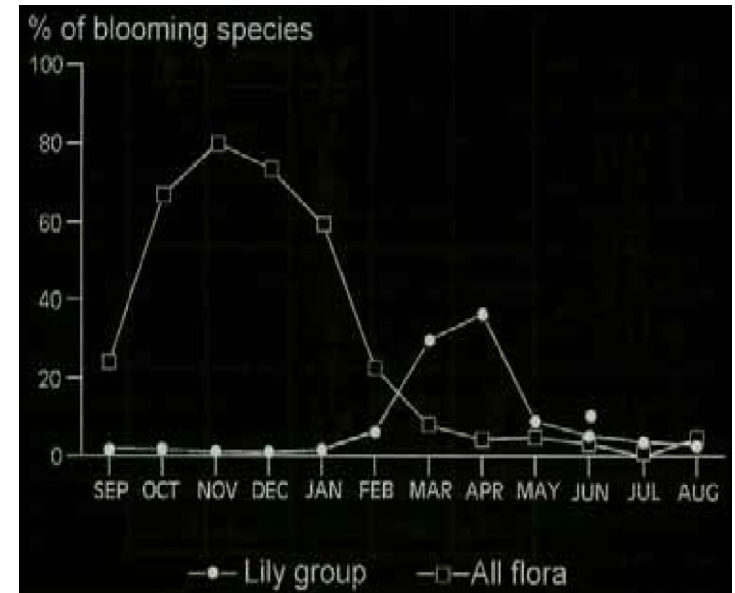
Geófitos:

-El órgano de reserva subterráneo les permite una etapa de floración muy amplia, de modo que evitan la competencia por los polinizadores

- Inicialmente la floración y la emergencia de las hojas fueron simultáneos. Posteriormente se diferenciaron dos estrategias:

- Tipo *Urginea*: retraso de la floración hasta otoño
- Tipo Crocus: adelanto de la floración al otoño

(Ambos se distinguen por desplazar la floración del máximo primaveral)



La **elevada representación** de este tipo biológico es otra de las características de la flora mediterránea. Los bulbos constituyen un órgano eficaz frente al estrés característico del bioma.

- Se encuentran presentes en familias de plantas muy diversas.
- Una de las familias con mayor número de especies que presenta esta estrategia es *Orchidaceae*, propias de suelos poco profundos y generalmente perturbados (pastoreo, etc.)
- Los bulbos escapan a la sequía estival: cuando el agua es limitante se desprenden las partes aéreas
- También como estrategia de defensa frente a los incendios
- Ventaja competitiva frente a las anuales: órgano de reserva les permite reanudar la actividad vegetativa, floración explosiva, etc.... después de las perturbaciones



Anuales (terófitos):

-Más abundantes que los geófitos tanto en número de especies como en biomasa:

- Regiones c/ clima tipo mediterráneo: aprox 1/2 de las especies
- Floras de otras regiones: 1/3 de las especies

Respuesta a la variabilidad dentro de la estacionalidad ambiental:
recursos impredecibles espacial y temporalmente

Producción de semillas muy dependiente de los recursos disponibles

Dos tipos

- pocas semillas de buen tamaño y de vida corta, solo superan un ciclo sequía
- semillas de vida larga, capaces de ser viables varios ciclos de sequía

Adaptaciones comunes – riesgo se distribuye:

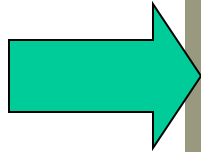
- En el **espacio**: germinación retrasada vía dureza de la semilla, no todas las semillas germinan a la vez
- En el **tiempo**: Morfología adaptada a dispersión (transporte por herbívoros, viento) y enterramiento en el suelo



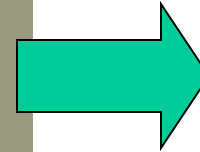
-**Germinación:** depende de la existencia de una reserva eficiente de semillas viables (“**banco de semillas**”) para su persistencia.

ENTRADA:

Producción y
dispersión
de semillas



BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO: formado por todas las semillas viables que permanecen sobre el suelo o enterradas en él, o en capas asociadas con los restos vegetales depositados (hojarasca...)



SALIDA:

Muerte
fisiológica
Predación
Ataque de
patógenos
Enterramiento
profundo

Germinación

8.2. Perturbaciones. El fuego y la vegetación mediterránea. Sucesión

Perturbación: suceso discreto en el tiempo (puntual, no habitual) que altera la estructura de los ecosistemas, de las comunidades o de las poblaciones y modifica la disponibilidad de los recursos, de los hábitats y/o el medio físico (PICKETT & WHITE, 1985).

Las perturbaciones no tienen un efecto único en el ecosistema, sino que dependen del **régimen de perturbaciones** (características espaciales y temporales del patrón de las perturbaciones).

Las perturbaciones son una parte integrante de los ecosistemas terrestres, que por su acción continuada a lo largo de la historia de los mismos, han provocado la adaptación de las especies y generado parte de la diversidad del planeta.

Juegan, además, un papel muy importante en los ciclos biogeoquímicos de materia.

Ejemplos de perturbaciones naturales son:

- El fuego
- Las avalanchas de nieve
- Los fenómenos meteorológicos extremos (vientos intensos, temperaturas anormalmente altas o bajas)
- Las inundaciones y deposición de partículas,
- Las plagas de insectos, enfermedades y la acción de algunos mamíferos

La **sucesión** es un componente esencial en la **ecología de las perturbaciones**, como proceso por el que las comunidades cambian de composición a lo largo del tiempo, retornando al estado inicial o siendo desplazadas a otra situación de equilibrio.

Los **ecosistemas mediterráneos** son sistemas dinámicos que pueden encontrarse en estados de equilibrio alternos sometidos a un cierto grado de perturbación; han sido denominados “**homeorréticos**” (NAVEH, 1994)

Cuando ocurre una perturbación, el ecosistema se ve alterado de distintas formas:

- el microclima (sobre todo modifica la intensidad y el espectro de la radiación que llega al suelo)
- la fertilidad del suelo y su contenido de humedad
- la vegetación a varios niveles (parte aérea y radical)
- la hidrología
- la fauna

En función de la intensidad y la frecuencia de la perturbación la comunidad existente puede sufrir pequeñas modificaciones o perder su capacidad de reestablecerse. El retorno a la situación de partida puede realizarse a partir de los propios organismos afectados (**autosucesión**) o mediante propágulos procedentes de dichos organismos o de otros situados en zonas no afectadas. En este último caso la recuperación se ve fuertemente condicionada por la disponibilidad y distancia de estas fuentes de recolonización.

Los rasgos convergentes en la flora de las distintas **regiones con clima de tipo mediterráneo** se atribuyen a una evolución en la que han estado sometidas a similares presiones. Algunos de estos rasgos, -como la capacidad de rebrotar tras el fuego-, aunque heredados de los linajes pre-mediterráneos, resultan útiles en escenarios de estrés y frecuentes perturbaciones que pueden eliminar gran parte de la biomasa aérea:

- Sequía estival
- Incendios recurrentes
- Herbivoría
- Episodios intensos de frío

Las estrategias evolutivas para hacer frente al fuego están estrechamente interrelacionadas con las que se desarrollan en respuesta a los demás factores de estrés ambiental. El fuego ha sido importante, en cualquier caso, en la evolución de los pastizales, bosques y matorrales mediterráneos.

Contrariamente a la visión del fuego como agente puramente destructivo, tanto éste como la actividad de los herbívoros han favorecido la diversidad tanto genética como ecológica.

El fuego y la vegetación



El **fuego** tiene una gran importancia en el ámbito mediterráneo

- Como **factor ecológico** de perturbación, se ve favorecido por:
 - La coincidencia de la época seca con la cálida: Ej. al final del verano (tormentas de otoño)
 - La presencia de vegetación esclerófila con materiales muy inflamables
- Para establecer la importancia del fuego como **presión selectiva** en la evolución de los comportamientos de resistencia y regeneración, y como proceso determinante de los patrones de diversidad florística, es necesario conocer cuál ha sido su papel a lo largo de la historia de la vegetación en esta región

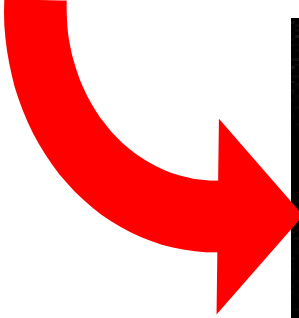
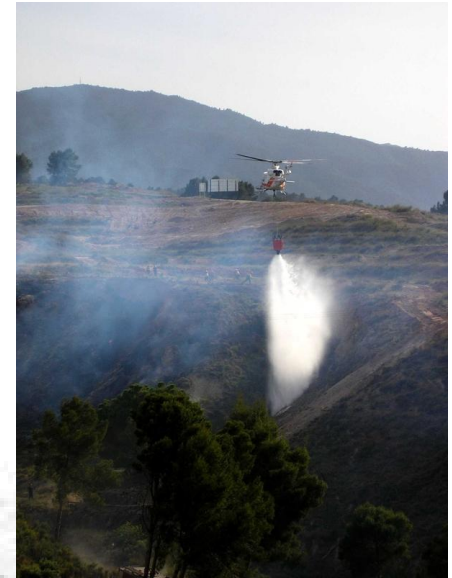
Es difícil valorar la recurrencia de los incendios en condiciones naturales sin la presencia humana:

En California, Sudáfrica y Australia existen evidencias de una elevada frecuencia de incendios por causas naturales (tormentas eléctricas), mientras que en Chile o la Cuenca Mediterránea el factor humano parece tener una gran responsabilidad (MONTENEGRO *et al.*, 2004)

- ✓ En el **mallee** (Australia) se calcula un periodo de recurrencia de 15-100 años
- ✓ En el **fynbos** (Sudáfrica) entre 6-40 años
- ✓ En el **chaparral** (California) entre 25-50 años.
- ✓ En la **Cuenca mediterránea** es imposible su cálculo, debido a:
 - complejidad estructural del paisaje
 - intensa y antigua humanización

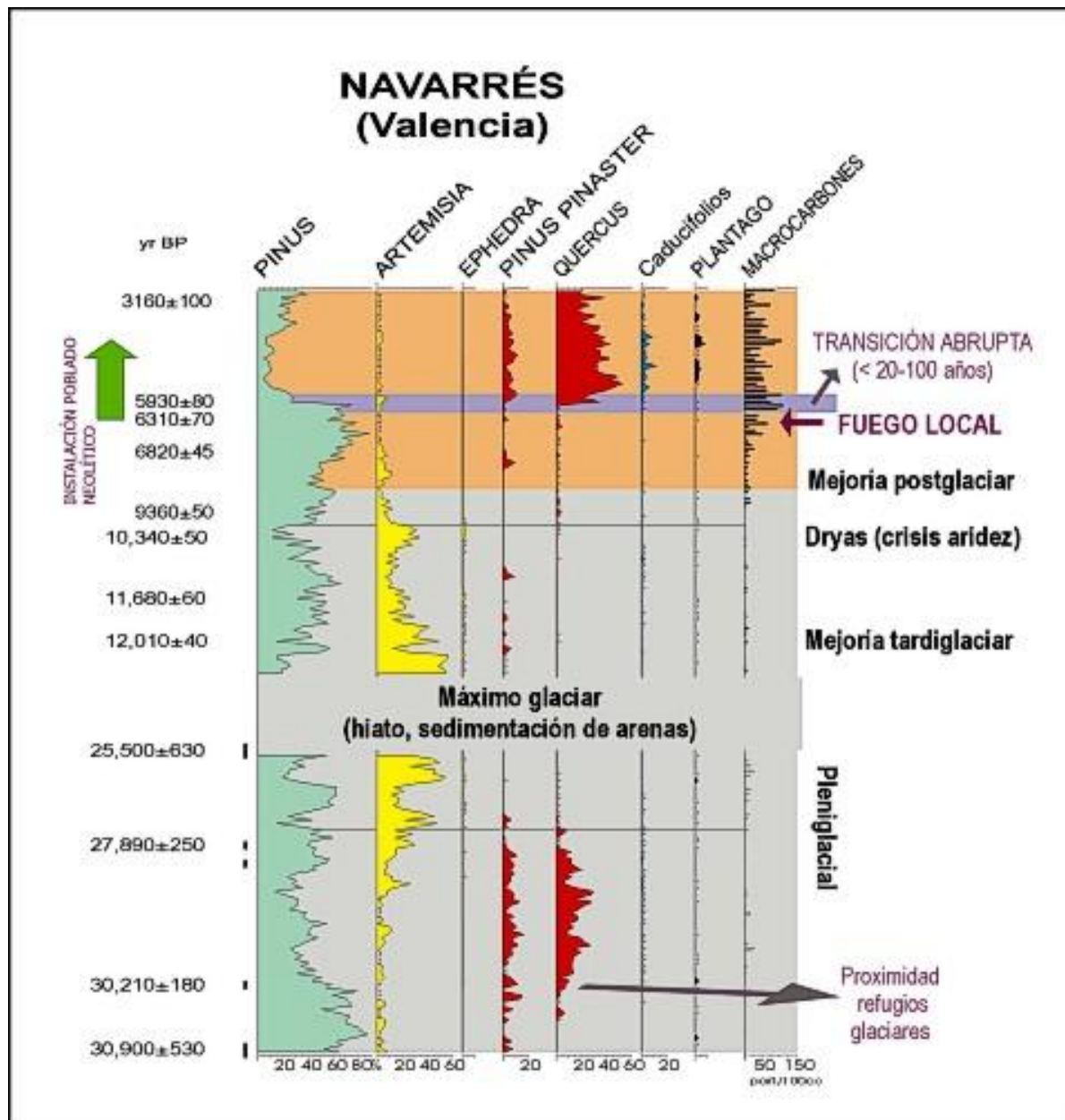


- Frecuencia actual se considera un producto de la actividad humana: Incremento hace 6.000 años, coincidiendo con la máxima densidad de la población neolítica
- No obstante se han hallado indicios de fuego en sedimentos de una antigüedad de hasta 30.000 años que indican una presencia más antigua de este factor



No debe infravalorarse el papel del fuego como factor natural de selección en la Cuenca Mediterránea: los fuegos podían ser menos frecuentes pero más devastadores por la mayor continuidad de los biotopos forestales

- Incluso en regiones de clima mediterráneo en las que los fuegos de origen natural son muy raros (ej. Chile), abundan especies con capacidad rebrotadora después de un incendio.



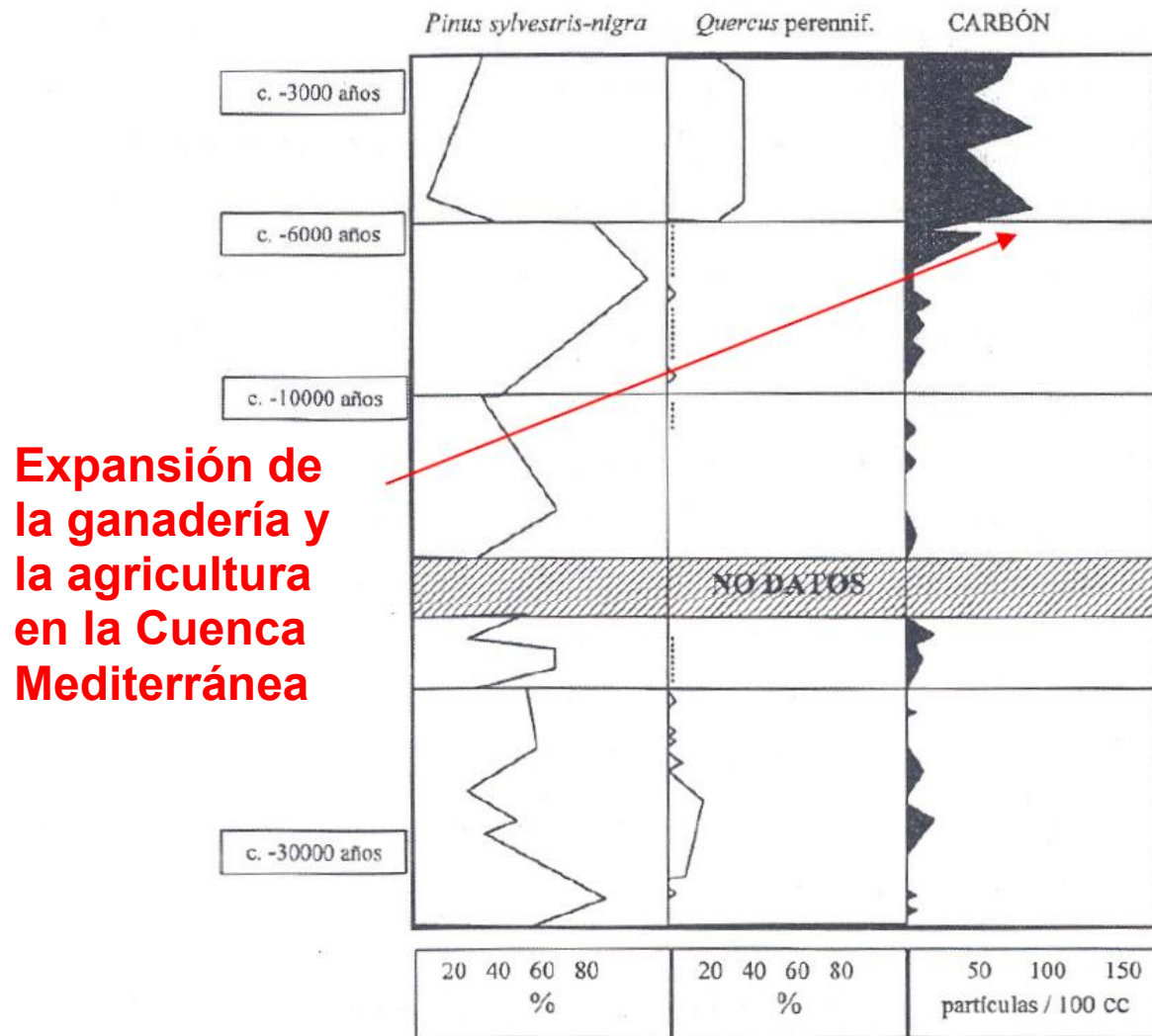


Figura 12.3. Abundancia de los tipos polínicos *Pinus sylvestris-nigra* y *Quercus perennifolia* y concentración de partículas de carbón en la secuencia paleoecológica de la turbera de Navarres (Valencia) (a partir de Carrión y van Geel 1999 y Carrión et al. 1999).

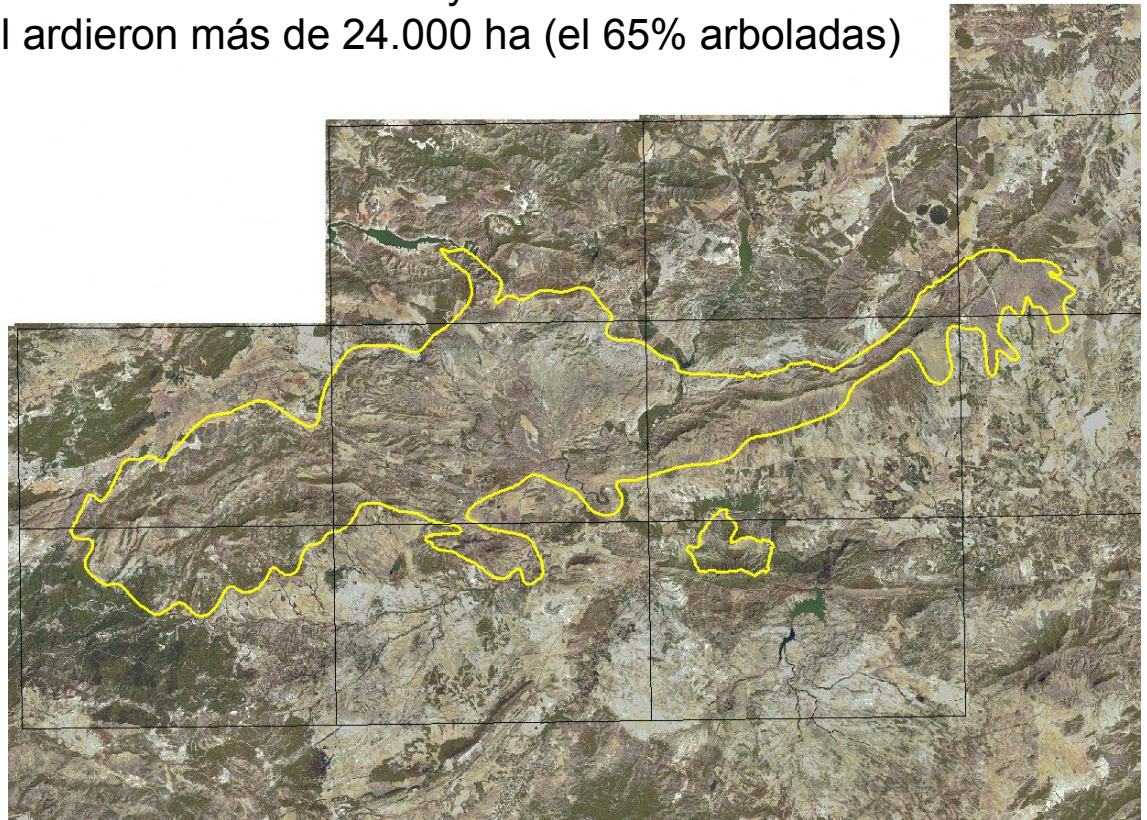
VARIACIÓN HISTÓRICA:

Comparando regímenes de fuego entre dos periodos, 1370–1466 y 1966–1996 en Tortosa (a partir de las cuentas municipales de gasto en lucha contra incendios, frente a estadísticas actuales de número y superficie afectada), LLORET y MARÍ (2001) concluyen:

- El número medio anual de fuegos, que tienen lugar principalmente en verano, no es significativamente diferente
- El tiempo entre incendios se ajustaba en ambos casos a un modelo exponencial, la probabilidad de incendios recurrentes en un año tampoco difiere significativamente (0,44 para 1379–1466 y 0,46 para 1966–1996).
- En ambos casos los fuegos de escasa extensión fueron los más numerosos
- Hay algunas diferencias: en el Medievo el 13% de todos los fuegos documentados consumieron el 47% del esfuerzo de lucha, mientras que en el siglo XX un sólo fuego comprende el 88% del área quemada.
- Aunque no se pueden comparar con exactitud ambos periodos, no hay evidencia de diferencias en la frecuencia de fuegos entre la época medieval y actual. Las diferencias en la magnitud de los fuegos entre ambas series se pueden explicar por las diferentes funciones y los recursos implicados en la lucha contra el fuego.

Probablemente la principal diferencia radica en las prácticas de supresión actuales, que tienden a evitar la mayoría de fuegos en fase de conato, pero mantienen masas proclives a algunos incendios más extensos (que escapan al control). Estos a menudo tienen un carácter catastrófico:

En **España**, durante los últimos 15 años cuatro incendios han superado las 25.000 hectáreas de superficie total afectada, aproximándose el mayor de ellos (Minas de Riotinto, 2004) a las 30.000 (RODRÍGUEZ, 2006). Entre ellos se encuentra el mayor incendio que se ha producido en la Región de Murcia, que se inició el 4 de julio de 1994 en la comarca del Noroeste murciano y se extendió a Castilla-La Mancha (Albacete). En él ardieron más de 24.000 ha (el 65% arboladas)



Regímenes y tipos de incendio:

La **incidencia** del fuego como factor de perturbación depende de:

Frecuencia: supone efectos diferentes para las especies de plantas y la estructura y organización de las comunidades vegetales afectadas

Intensidad: depende de la cantidad de biomasa y su combustibilidad (inflamabilidad y poder calorífico); supone efectos variables sobre las plantas y su capacidad de resistencia

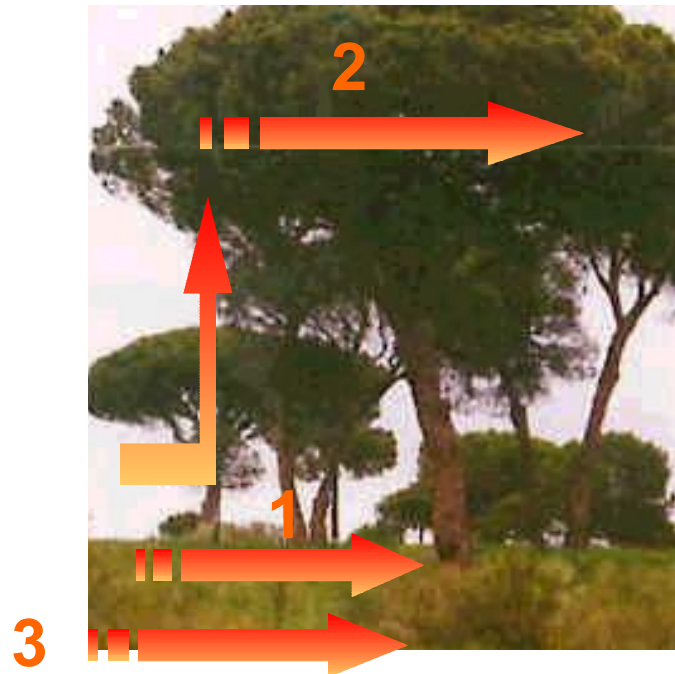
Estacionalidad (parte del año en la que ocurre): trae también consigo efectos diferentes para las plantas

Tipos de fuego:

De superficie (1)

De copas (2)

De turba (o subterráneo) (3)



Adaptaciones al fuego:

Piroresistentes: plantas adaptadas a resistir el fuego.

Pirófitos: con mecanismos reproductivos y ciclos vitales que les dan clara ventaja cuando aparece el fuego

Pirófilos: el fuego es imprescindible para desencadenar su propagación

Piroresistencia: uno de los principales mecanismos es el desarrollo de **cortezas gruesas y poco inflamables** que actúan como aislante térmico, protegiendo **meristemos subcorticales** capaces de rebrotar → **nuevas hojas**.

Eucalyptus spp.

Quercus suber: corcho (varios cm de grosor); permite el rebrote de ramas más grandes y una rápida recuperación de la parte aérea

La mayoría de las formaciones vegetales típicamente mediterráneas tienen un alto porcentaje de especies rebrotadoras:

chaparral (50%) – fynbos (65%) – jarrah (70%)

¿adaptación al fuego / rasgo funcional ancestral en plantas leñosas, anterior al clima mediterráneo?

Respuesta al fuego: se produce un proceso de *autosucesión*, diferente del proceso de sucesión secundaria que seguiría a la eliminación total de la vegetación, incluidas las partes subterráneas y las semillas.

Según la respuesta al fuego hay dos tipos de plantas:

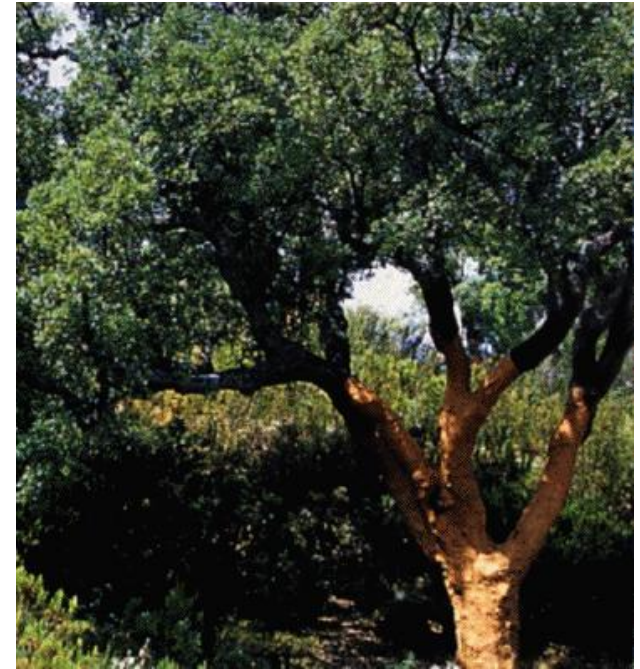
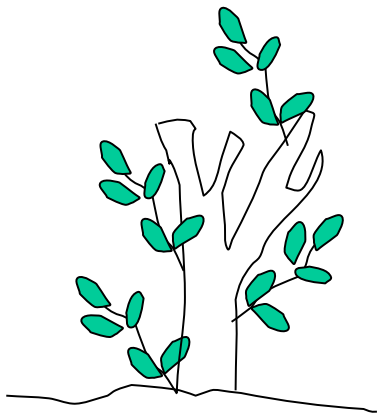
-Especies rebrotadoras: capaces de resistir la acción del fuego gracias a la existencia de un gran número de yemas y a la acumulación de sustancias de reserva que tras una perturbación alimentan al brote.

-Especies germinadoras: Los individuos sucumben al fuego, de manera que las especies dependen de la existencia de una reserva eficiente de semillas viables (“**banco de semillas**”) para su persistencia.

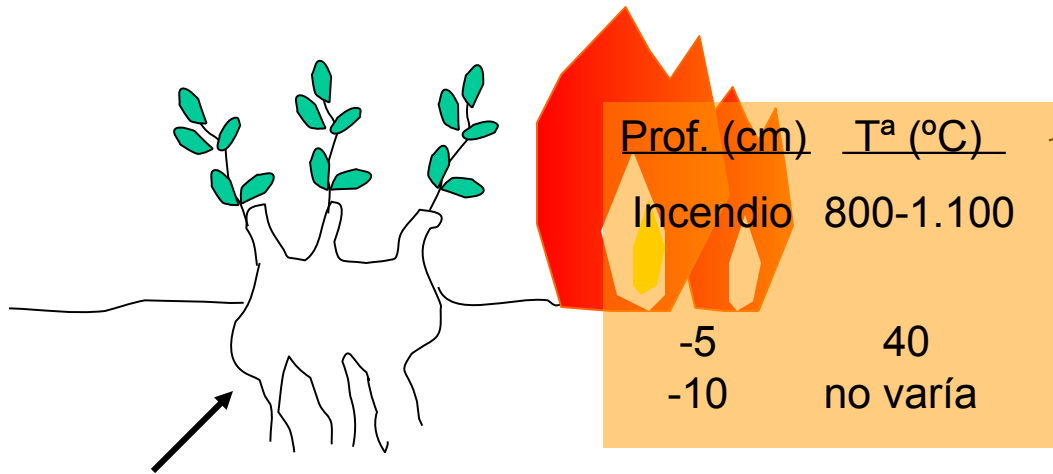
-Especies rebrotadoras:

Hay 4 tipos morfológicos:

A.-Rebrotos epicormicos en tallos y ramas a partir de yemas protegidas por una corteza dura. Ej: alcornoque (*Quercus suber*)



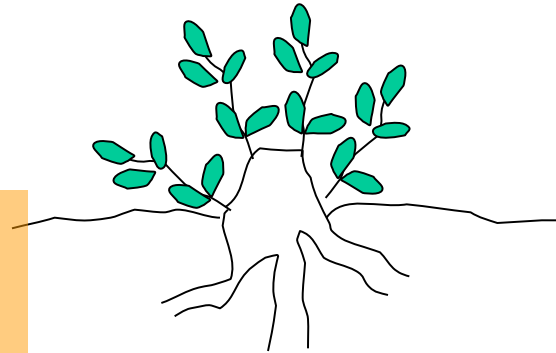
B.-Rebrotes a partir de **lignotuberculos**: yemas localizadas en la superficie de un engrosamiento basal y subterráneo (lignotuberculo o cepa). Ejemplos brezo (*Erica*), madroño, etc



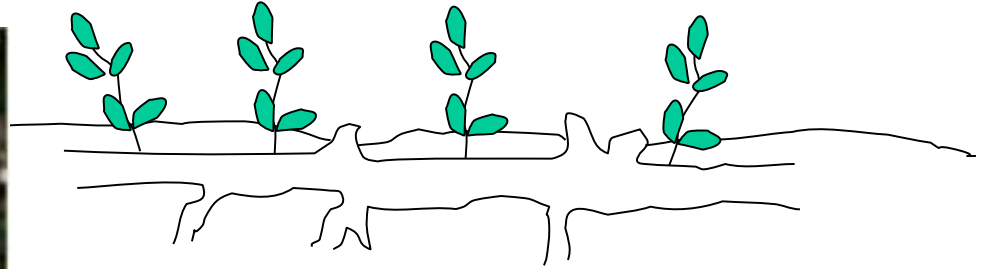
Lignotuberculo: organo de resistencia que acumula agua y nutrientes permitiendo un rápido rebrote



C.-Rebrotes situados en al zona del cuello de la raíz . Ejemplos: leguminosas arbustivas como *Genista*



D.-Rebrotes a modo de “chupones” subterráneos a partir de yemas localizadas a lo largo de un rizoma o raíces superficiales. La especie más representativa es la coscoja *Quercus coccifera*



E.-Crecimiento de las hojas desde su base, a partir de las yemas que quedan protegidas del calor por los restos de las hojas exteriores; siempre hay hojas jóvenes no expuestas al fuego que se desarrollan desde el punto de crecimiento protegido. Ej. Palmito (*Chamaerops humilis*)



El crecimiento de los rebrotes es siempre rápido en los primeros años, ya que se dispone de un sistema radical bien desarrollado capaz de captar agua y nutrientes

La morfología y disposición de los rebrotes condiciona:

- El **recubrimiento del suelo**
- La **protección** de éste frente a la erosión

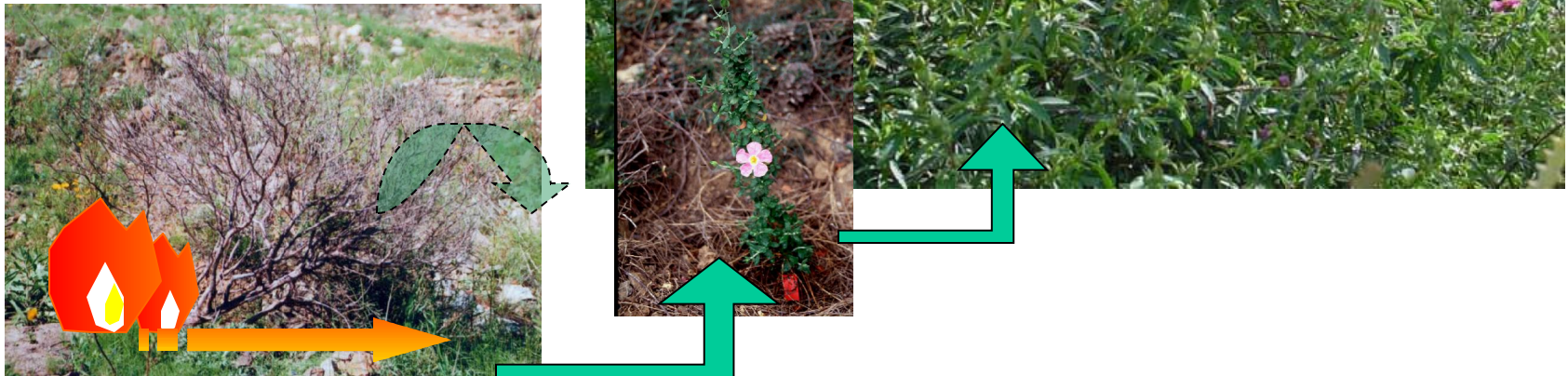
Por ejemplo, la Coscoja (*Quercus coccifera*), que rebrota a partir de cepa y de rizoma/tallo subterráneo o raíces superficiales, logra en poco tiempo una cobertura altísima (y persiste como comunidad pese al fuego)



* El comportamiento germinador implica no solo la muerte de la planta tras el fuego sino también la germinación de sus semillas estimulada por la acción del fuego.

• **Pirofitismo** es la estimulación de las semillas e inducción a la germinación por la acción directa o indirecta del fuego.
Ej.: *Cistus*. El banco de semillas persistentes suele estar en el suelo.

La estimulación de la germinación depende de la especie, exposición al fuego y T^a

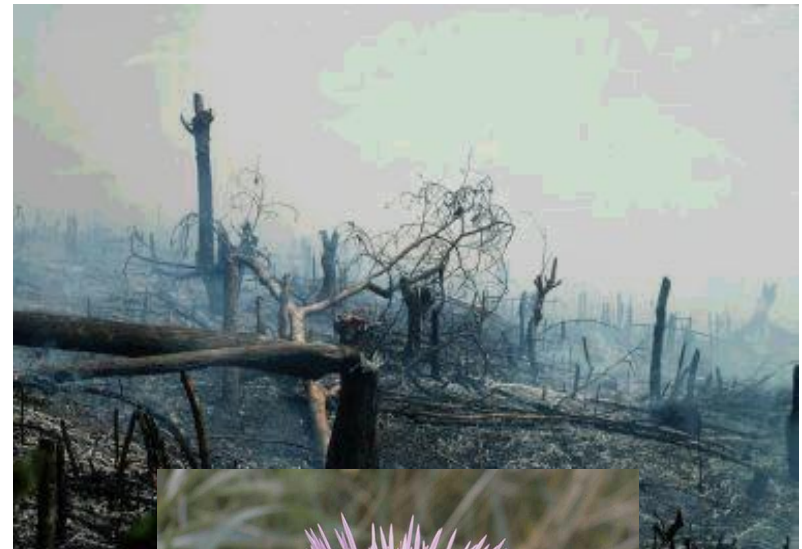


Efectos del fuego sobre las especies germinadoras:

- Eliminación de sustancias inhibidoras
- Cenizas suponen un aporte de nutrientes
- Eliminan especies competidoras
- Favorecen especies con alta producción de semillas y gran capacidad de dispersión
- Estas especies generalmente son **heliófilas**

Dentro de las especies que germinan tras un incendio podemos diferenciar:

- **Antracófitos:** oportunistas que colonizan las zonas incendiadas procedentes de otras no quemadas (*Galactites tomentosa*)
- **Pirófitos:** se regeneran por semillas, y este proceso es estimulado o favorecido por el fuego
- **Pirófilos:** las semillas permanecen en la planta y sólo son liberadas por efecto del fuego



* En otras especies (sobre todo en Australia y Sudáfrica) el banco de semillas de las especies germinadoras persiste en la misma planta, siendo necesaria la acción del fuego para liberarlas. Este fenómeno se conoce como **serotinismo***.

Estas semillas no tienen periodo de latencia.
Ejemplo: los pinos.

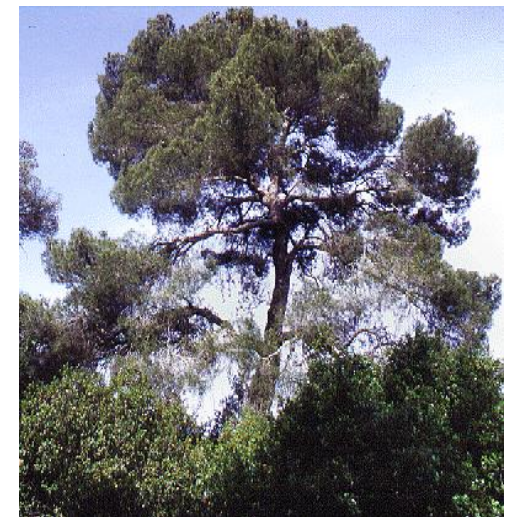
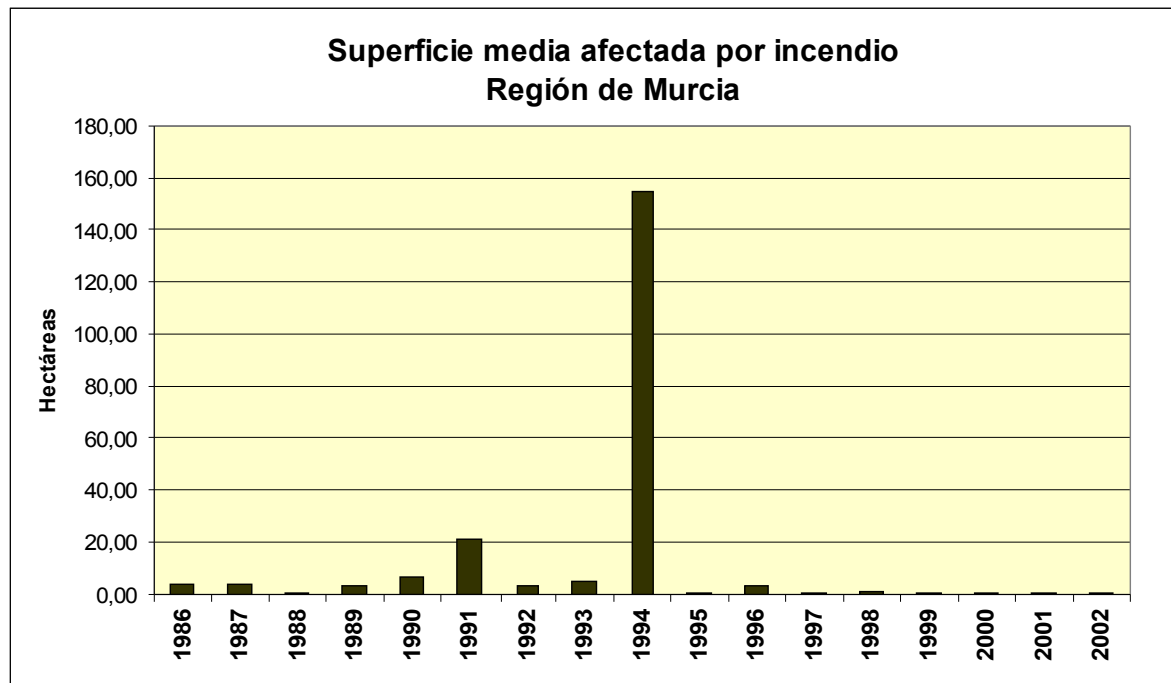
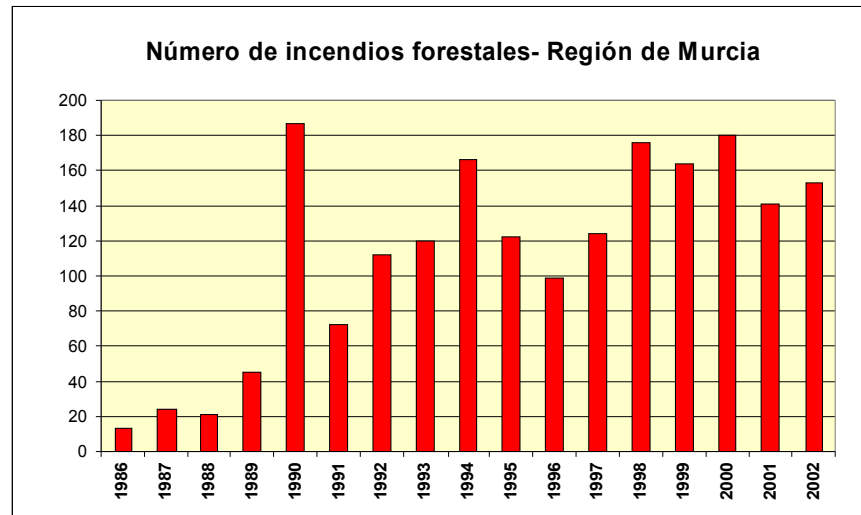
(*) Derivado del adjetivo latino **serotinus** = tardío o retardado; se usa para describir la liberación tardía de semillas maduras de las infrutescencias (conos o piñas) o de los frutos. En especies como *Pinus halepensis*, coexisten piñas serótinas (en la corona, muy antiguos) y no serótinas.

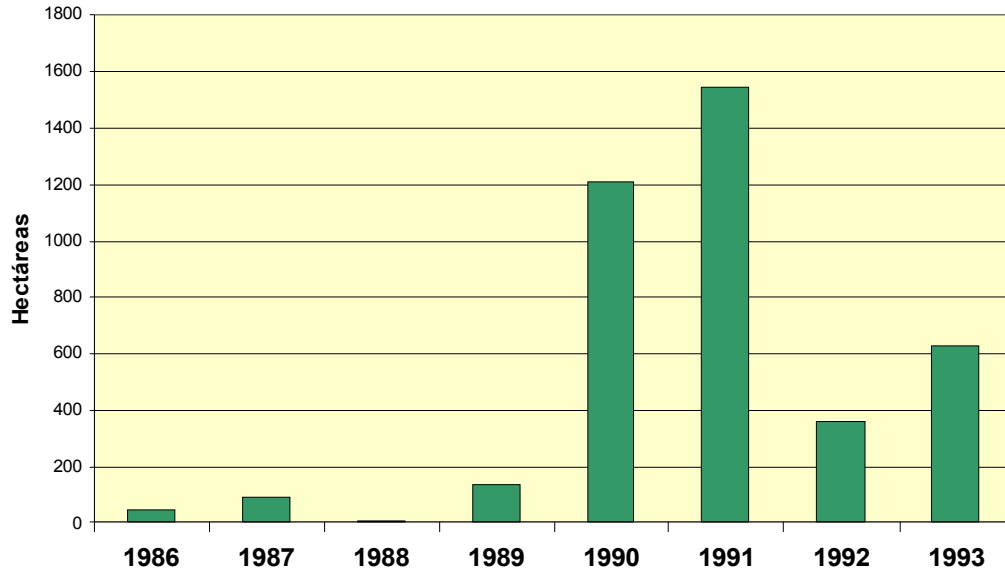


* Estimulación de la floración:

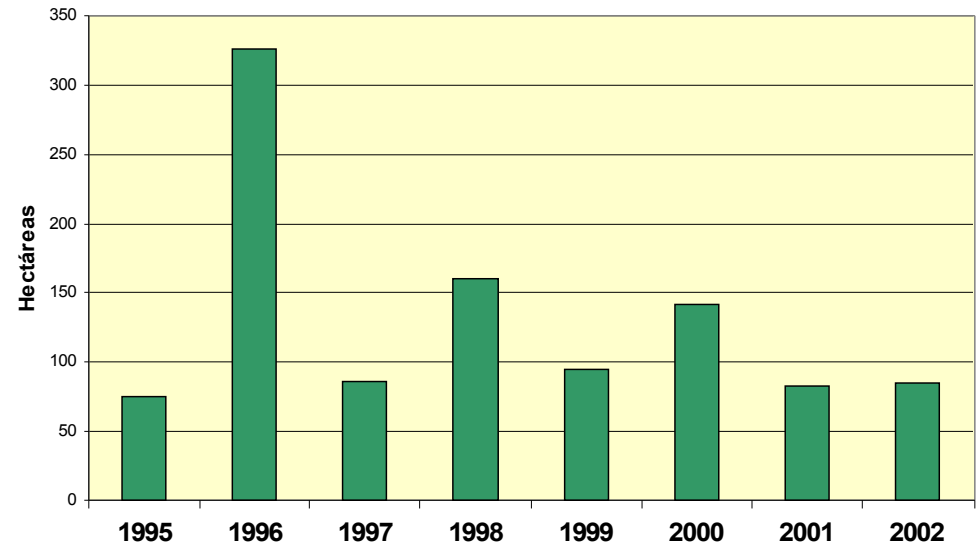
La floración profusa tras los incendios de monocotiledóneas mediterráneas, es otro fenómeno asociado al fuego principalmente en Australia y Sudáfrica. Rebrotan principalmente a partir de bulbos o rizomas subterráneos (**geófitos**).





SUPERFICIE FORESTAL INCENDIADA (1986-1993)

1994: 25.730 ha

SUPERFICIE FORESTAL INCENDIADA (1995-2002)

www.incendiosforestales.org

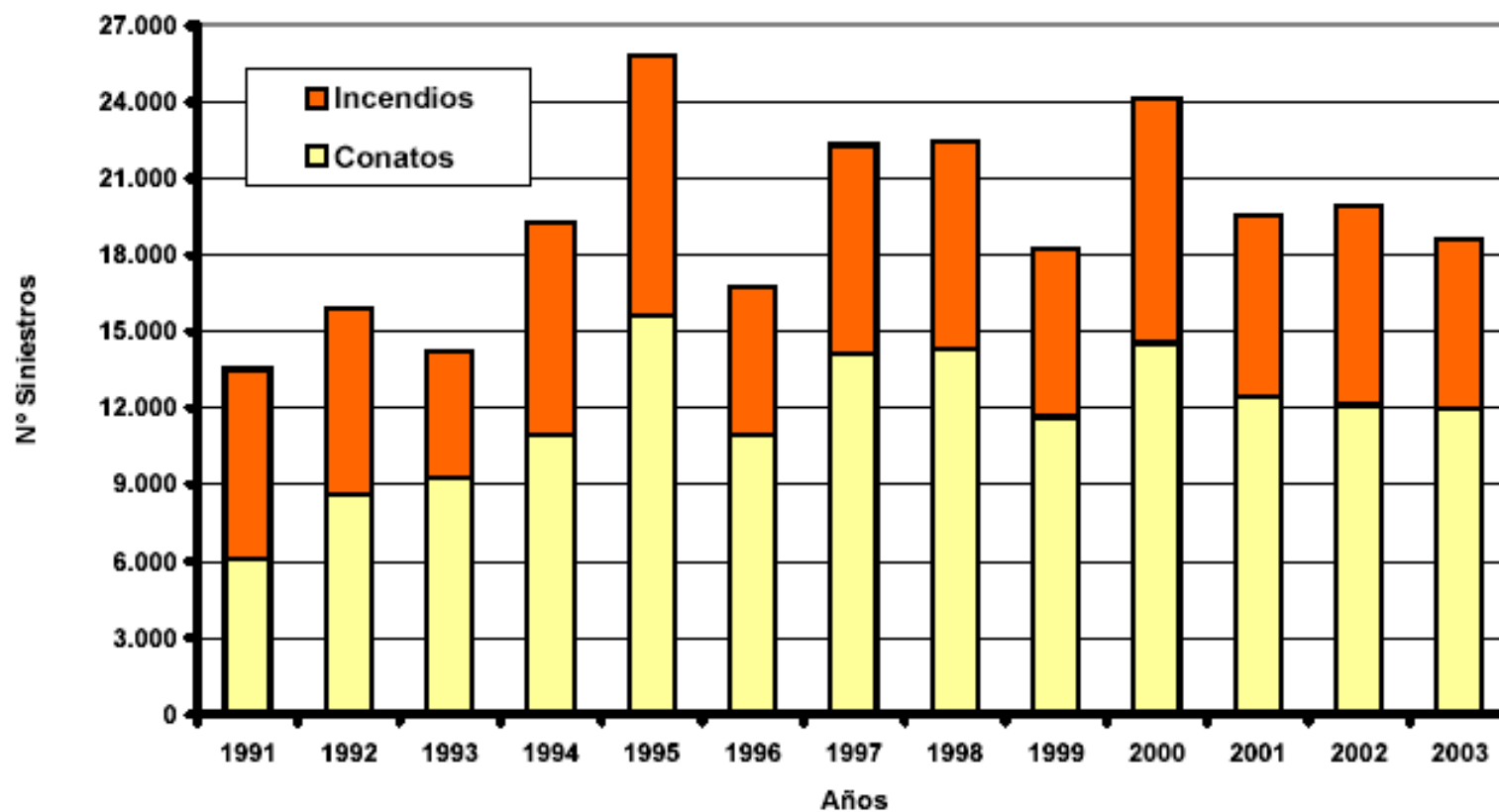


SECRETARÍA GENERAL
PARA EL TERRITORIO Y
LA BIODIVERSIDAD
DIRECCIÓN GENERAL
PARA LA BIODIVERSIDAD

Asociación y Colegio
de Ingenieros
de Montes



EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE SINIESTROS

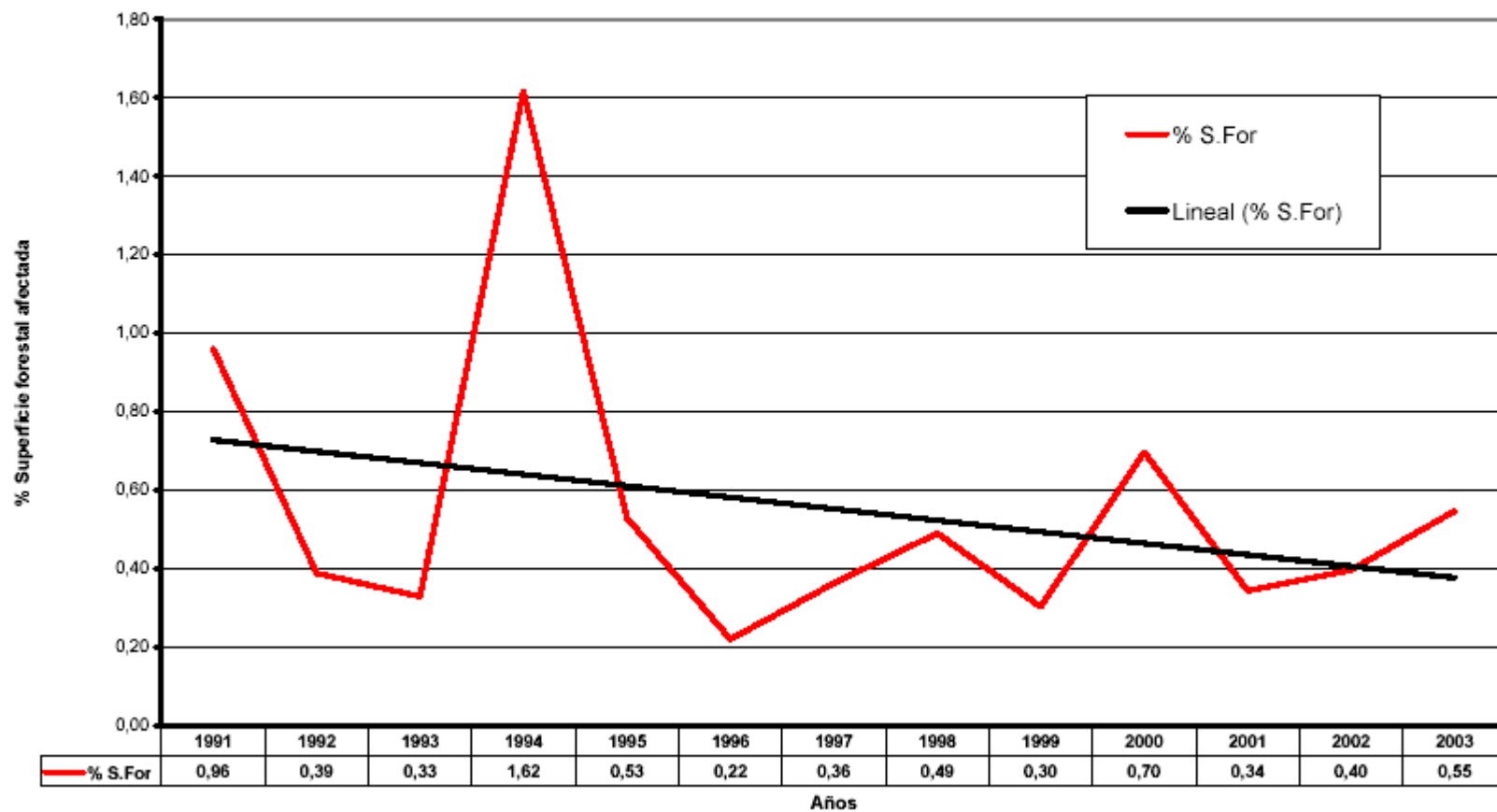


www.lacordforestal.org

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y PATRIMONIO
 DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA AMBIENTAL Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

 ASOCIACIÓN Y COLEGIO
 de Ingenieros
 de Montes


% DE SUPERFICIE FORESTAL AFECTADA



www.laconfesionforestal.org

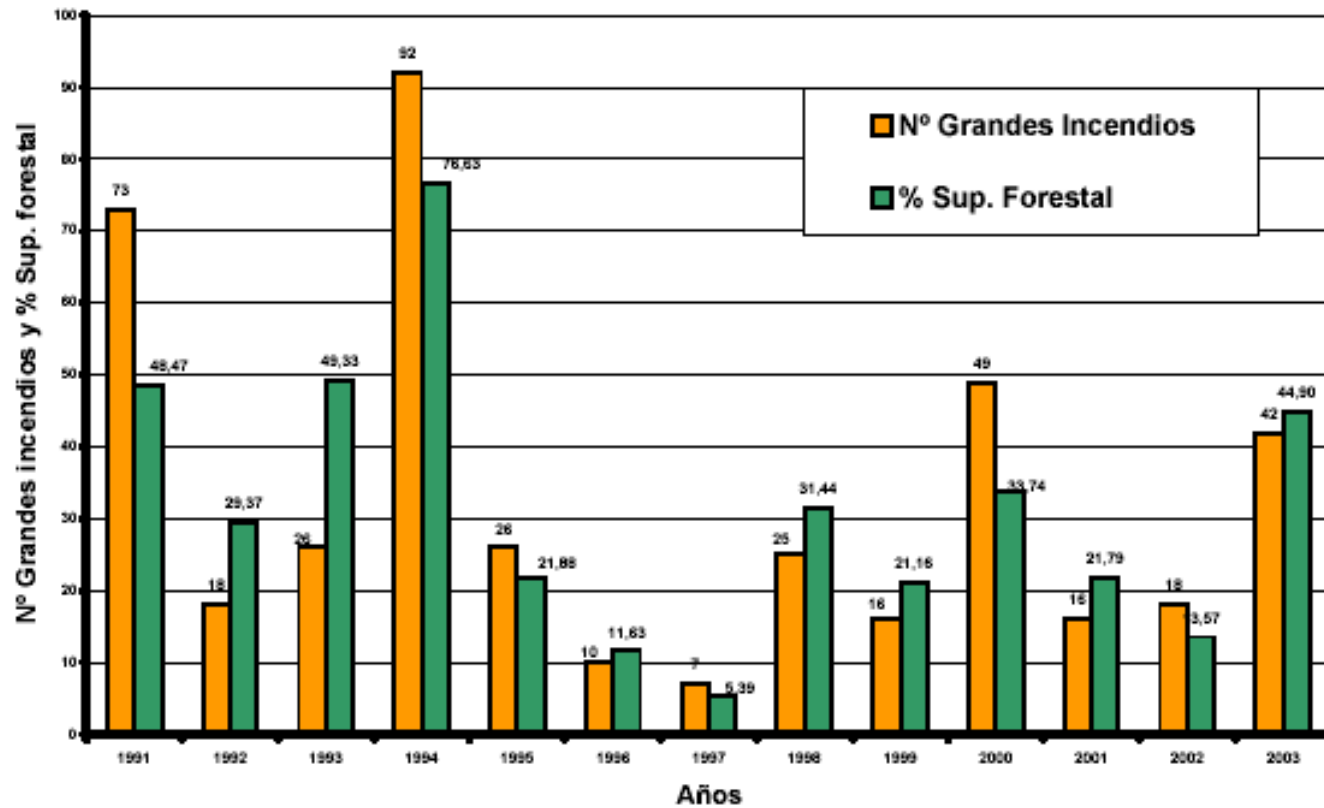


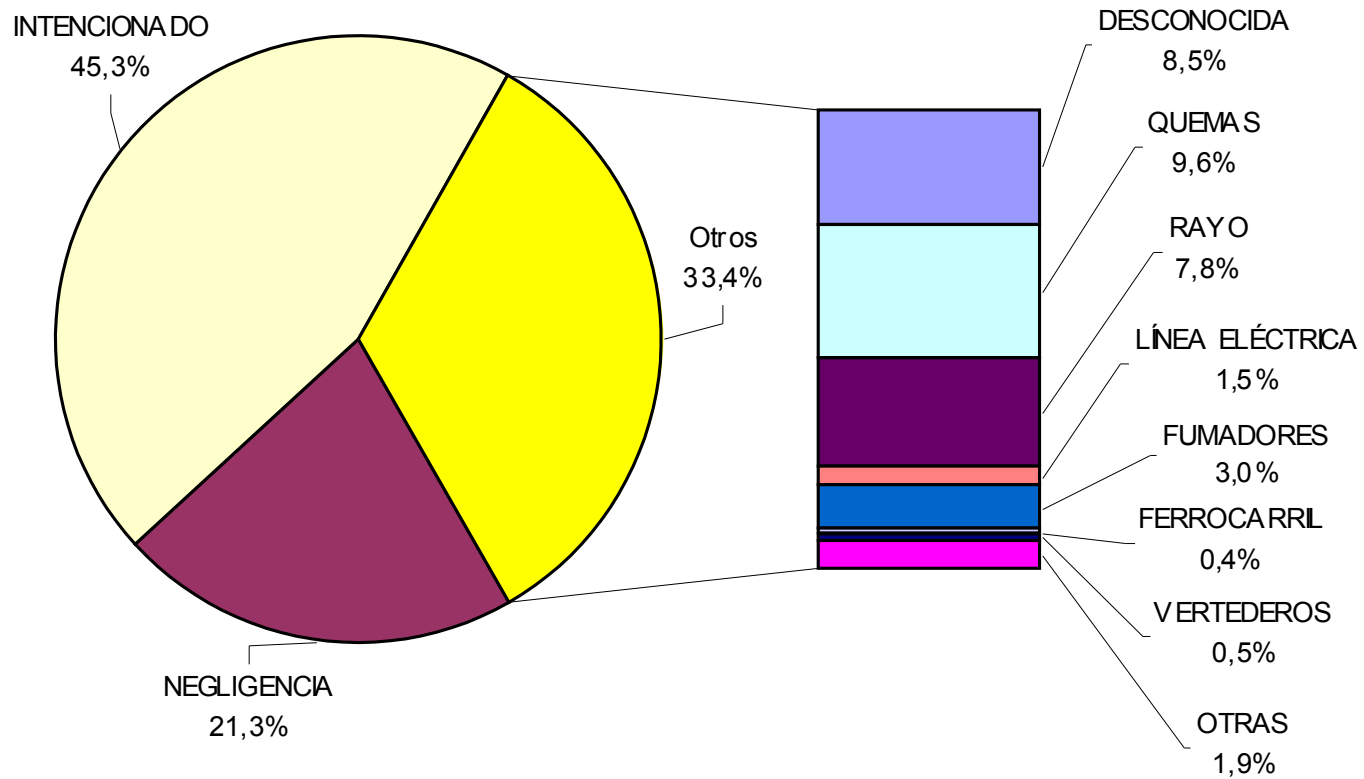
SECRETARÍA GENERAL
PARA EL TERRITORIO Y
LA BIODIVERSIDAD
DIRECCIÓN GENERAL
PARA LA BIODIVERSIDAD

Asociación y Colegio
de Ingenieros
de Montes

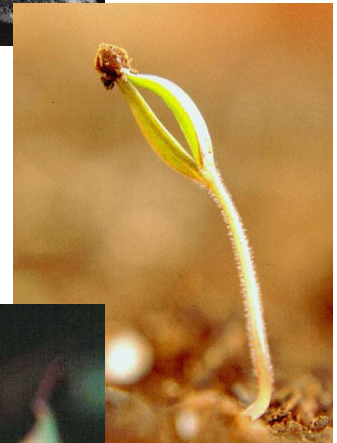
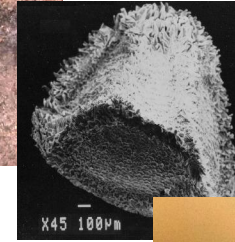
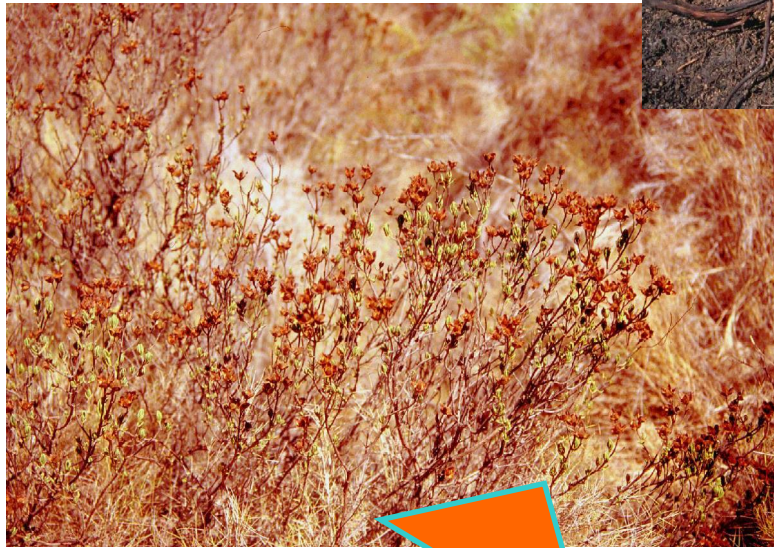


IMPORTANCIA DE LOS GRANDES INCENDIOS



Causas que provocan los incendios. En porcentaje. 2000-2004





Cistus heterophyllus



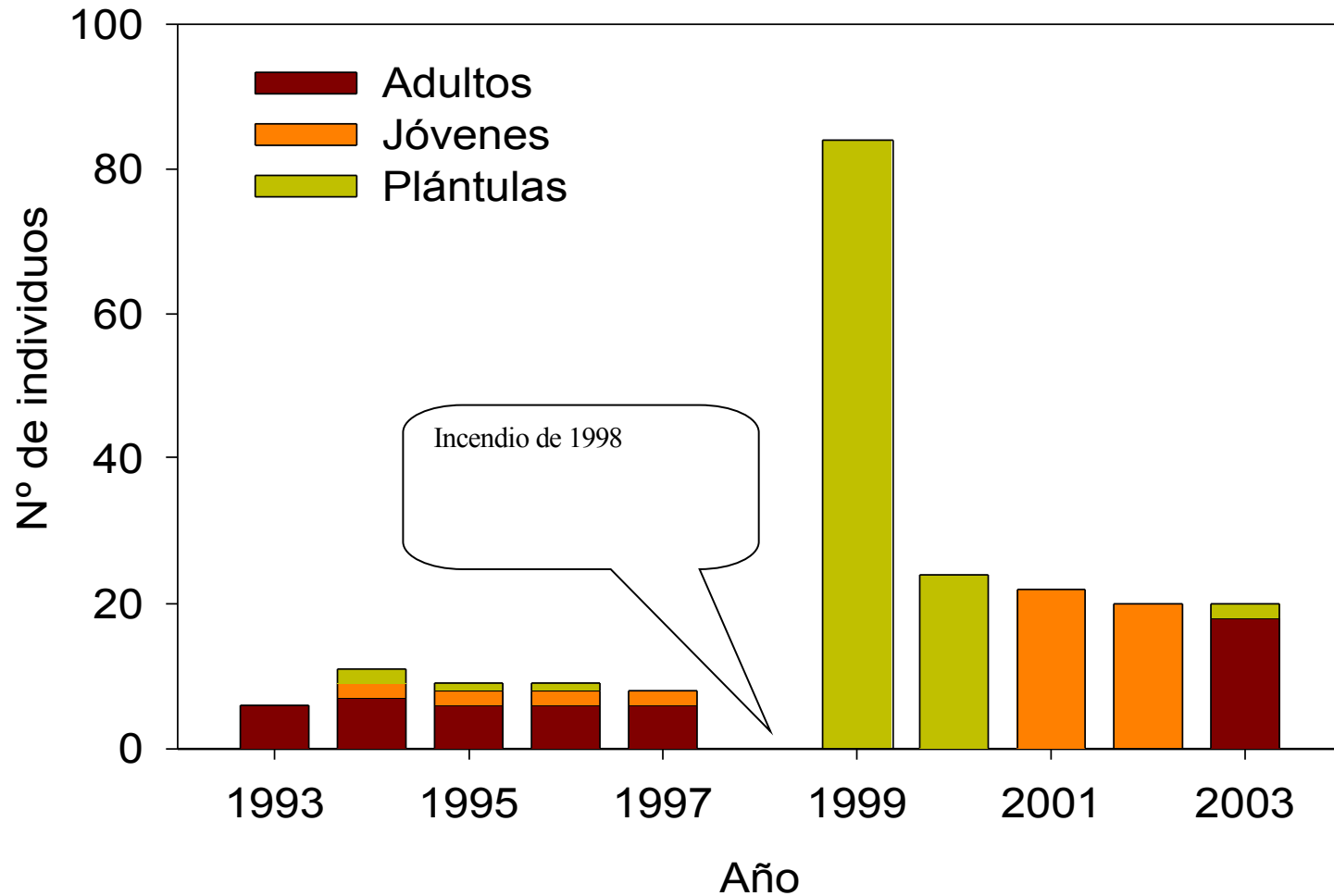
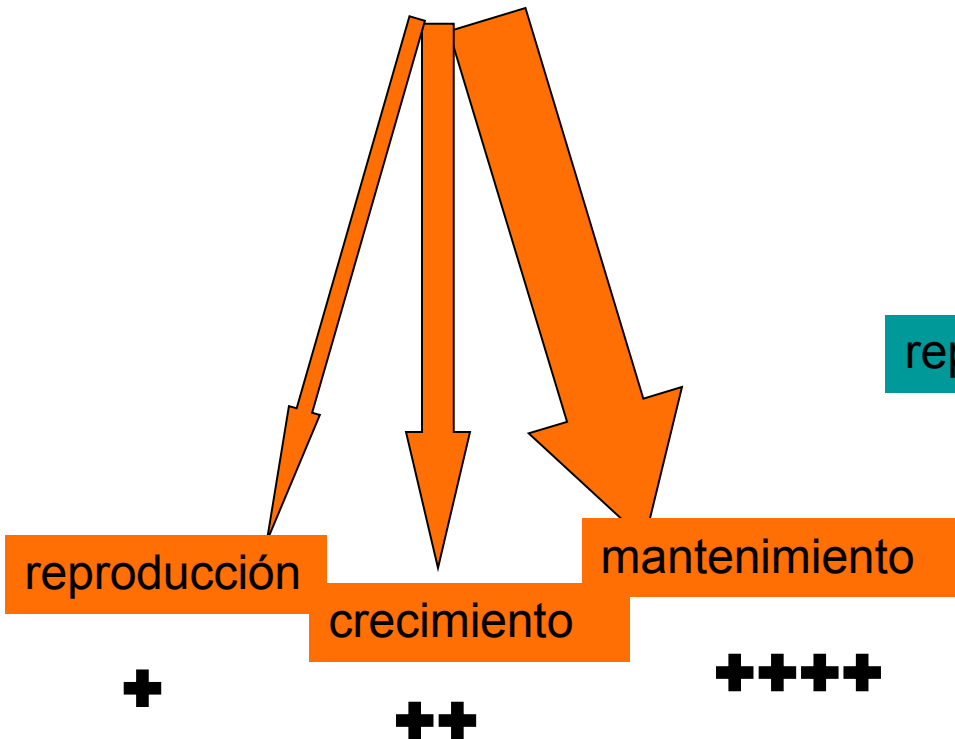


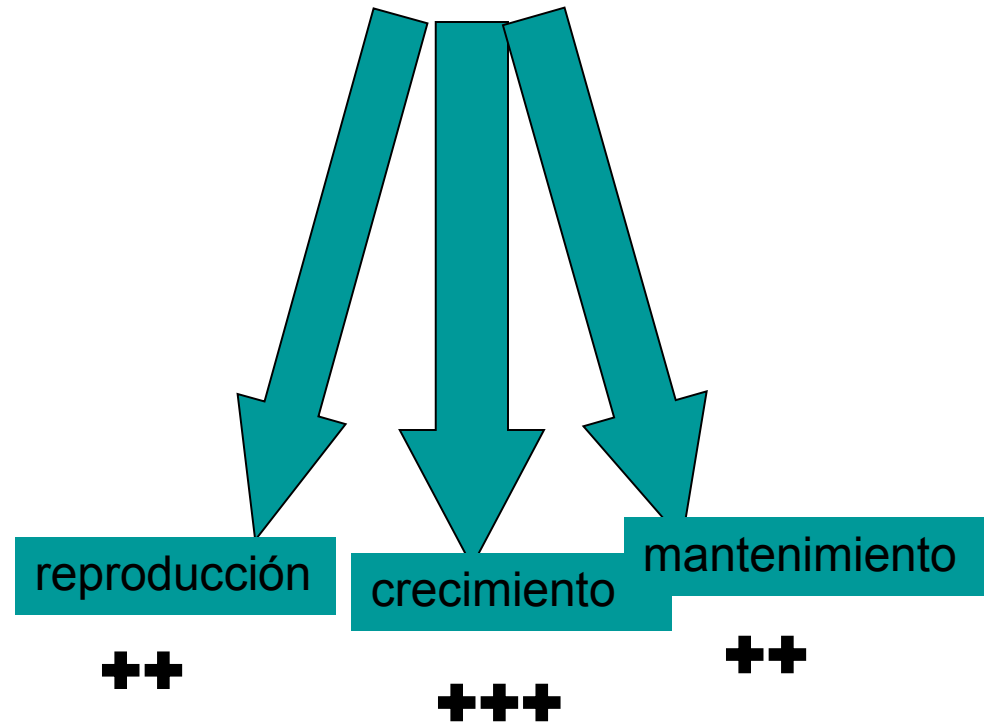
Figura 3.5.1. Evolución y estructura de edad de la población silvestre de *C. heterophyllus* en Murcia.

Estrategias adaptativas

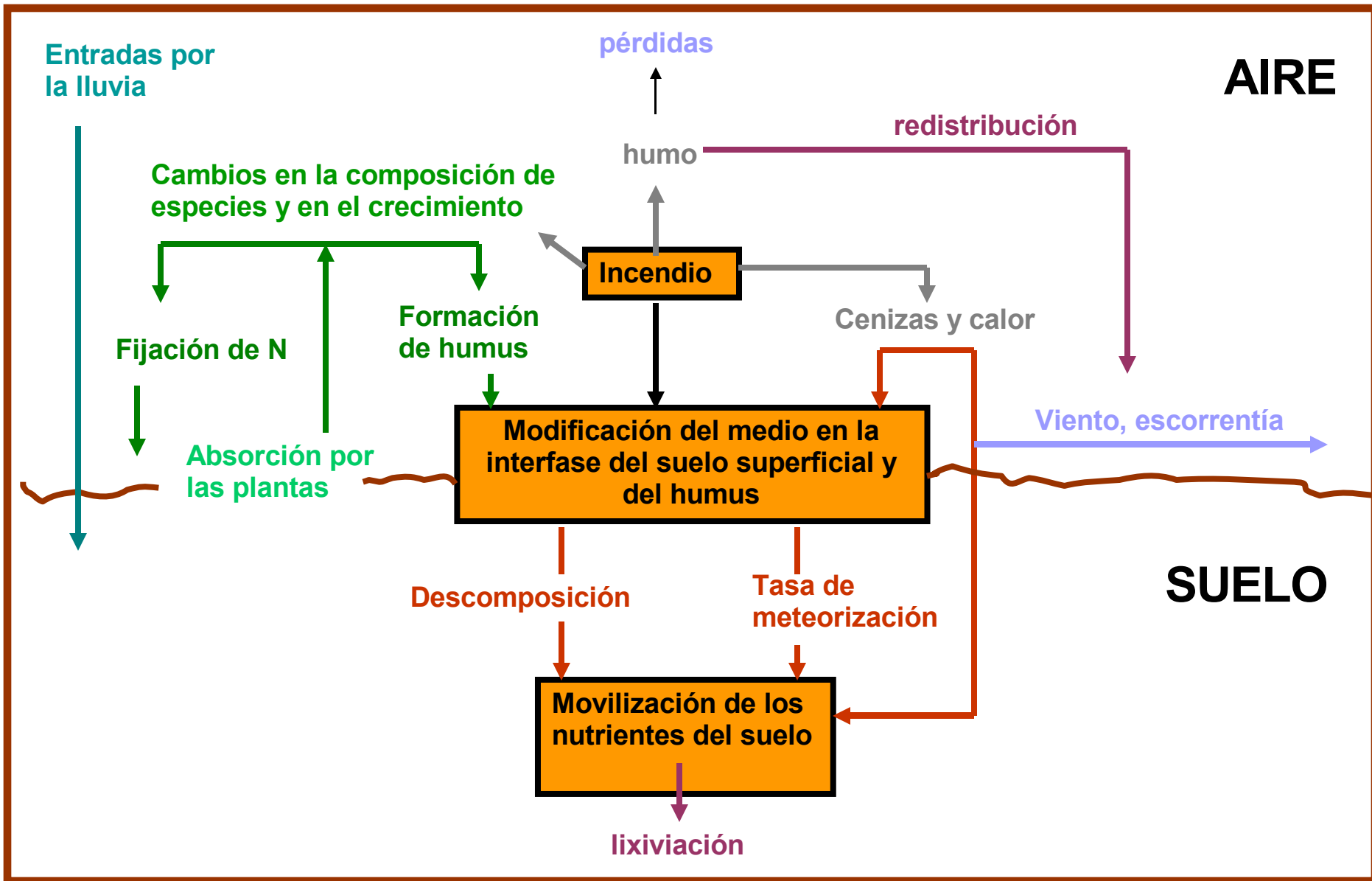
Planta rebrotadora



Planta germinadora



Fuego y nutrientes



* Efectos del fuego sobre el N:

- La mayor parte se volatiliza durante el incendio.
- Las formas disponibles se incrementan en relación con los sitios no quemados (rápida descomposición y mineralización del humus): se miden altas concentraciones de N-NH_4^+ (Amonio) y la velocidad de nitrificación aumenta.
- Aumenta la fijación de N por los microorganismos de vida libre (después del fuego mejoran enormemente las condiciones para su actividad)
- Aumenta la fijación por microorganismos simbiotes (prolifera **leguminosas**)

- Su importancia en los matorrales mediterráneos es alta (19% de los géneros y en promedio un 8% de la flora de la cuenca mediterránea; Chile y W Australia 3,8-13,3%)
- Enriquecimiento temporal: 7,3 a más de un 50%; especies anuales o a lo sumo bianuales como *Vicia*, *Lathyrus*, *Lotus*, *Medicago*, *Trifolium* → banco semillas

* Efectos del fuego sobre el P:

- Parece que aumentan sus formas disponibles después del fuego (importante por la corta vida de este elemento en los ecosistemas mediterráneos).

* Efectos del fuego sobre los cationes:

- La mayoría de ellos se incrementan. En las cenizas se han medido cantidades altas de K, Ca, y Mg.

Efectos del fuego a escala de paisaje:

- Resulta complejo establecer la relación entre fuego y paisaje, debido a que éste último, al igual que la vegetación, actúa como “víctima” y como intensificador de las llamas.
- El impacto de un incendio está determinado por las características propias del fuego (descritas por el régimen de incendio) y por las características medioambientales (el paisaje), en sus componentes tanto abióticos como bióticos
- Las perturbaciones se extienden por el paisaje en función de la extensión y disposición de los hábitats sensibles a las mismas (en el caso del fuego, a la distribución del combustible u otros factores que facilitan su propagación).
- A su vez, los patrones paisajísticos se ven determinados por la frecuencia, extensión e intensidad de la perturbación, que aparece como principal motor del mosaico paisajístico resultante, al promover distintos estadios sucesionales post-incendio.
- La evidencia empírica de las relaciones entre el régimen de fuegos y el patrón paisajístico se basa sobre todo en paisajes naturales con baja actividad humana, siendo más escasos los estudios de las interacciones entre fuego y paisaje en áreas muy modificadas por la actividad humana (LLORET *et al.*, 2002).
- El fuego fragmenta el bosque y configura mosaicos de terreno caracterizados por parches de forestación remanente dentro de una matriz de matorral o agrícola, condicionando el poblamiento faunístico y la biodiversidad de los paisajes resultantes (HERRANDO, 2001; MOREIRA, *et al.*, 2001)

8.3. Bibliografía

- BLONDEL, J. & ARONSON, J. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford (UK).
- GÖTZENBERGER, L., OHL, C., HENSEN, I. & SÁNCHEZ-GÓMEZ, P. 2003. Postfire regeneration of thermomediterranean shrubland area in south-eastern Spain. *Anales de Biología*, 25: 21-28.
- HERRANDO, S. 2001. *Habitat disturbance in Mediterranean landscapes: Effects of fire and fragmentation on birds*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- LLORET, F., CALVO, E., PONS, X. & DÍAZ-DELGADO, R. 2002. Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula. *Landscape Ecology*, 17: 745-759.
- LLORET, F. & MARÍ, G. 2001. A comparison of the medieval and the current fire regimes in managed pine forests of Catalonia (NE Spain). *Forest Ecology and Management*, 141: 155-163.
- MONTENEGRO, G., GINOCCHIO, R., SEGURA, A., KEELY, J.E. & GÓMEZ, M. 2004. Fire regimes and vegetation responses in two Mediterranean-climate regions. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77: 455-464.
- MOREIRA, F., FERREIRA, P.G., REGO F.C. y BUNTING, S., 2001. Landscape changes and breeding bird assemblages in northwestern Portugal: the role of fire. *Landscape Ecology*, 16: 175–187.
- NAVEH, Z. 1994. The role of fire and its management in the conservation of Mediterranean ecosystems and landscapes. In.: MORENO, J.M. & OECHEL, W.C. (Eds.). *The role of fire in Mediterranean-type ecosystems*. Springer Verlag, New York.
- PICKETT, S.T.A. & WHITE, P.S. (Eds.). 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, New York.
- SPECHT, R.L. 1982. *General Characteristics of Mediterranean-Type Ecosystems*. In: CONRAD, C. E. & OECHEL, W. C. (Eds.). Proceedings of the symposium on dynamics and management of Mediterranean-type ecosystems, June 22-26. USDA Forest Service General Technical Report PSW-058, 637 pp.
- THANOS, A. 1999. Fire effects on forest vegetation, the case of Mediterranean pine forests in Greece. En: EFTICHIDIS G., BALABANIS P. & GHAZI A. (Eds.), *Wildfire Management* (Proceedings of the Advanced Study Course held in Marathon, Greece, 6-14 October 1997). Algosystems SA & European Commission DGXII, Athens: 323-334.